

Analisis kualitas citra tumor otak dengan variasi flip angle (FA) menggunakan sequence T2 turbo spin echo axial pada magnetic resonance imaging (MRI)

by Suryani Dyah Astuti

Submission date: 13-Mar-2019 10:25PM (UTC+0800)

Submission ID: 1092638536

File name: Turbu_Spin_Echo_Axial_pada_Magnetic_Resonance_Imaging_MRI..pdf (4.92M)

Word count: 3507

Character count: 17449



FAKULTAS
MATEMATIKA
DAN ILMU
PENGETAHUAN
ALAM



ISSN 2581 - 1150
Vol. 1, No. 1, 2017

PROSIDING

Pertemuan Ilmiah Tahunan

Fisika Medis & Biofisika 2017



11 - 13 Agustus 2017
Hotel Santika Depok



9 772581 115008





Pertemuan Ilmiah Tahunan
Fisika Medis & Biofisika
2017

PENYELENGGARA



FAKULTAS
MATEMATIKA
DAN ILMU
PENGETAHUAN
ALAM



SPONSOR



Analisis kualitas citra tumor otak dengan variasi *flip angle* (FA) menggunakan *sequence T2 turbo spin echo axial* pada *magnetic resonance imaging* (MRI)

S. D. Astuti^{1*}, N. Aisyiah¹, dan A. Muzammil^{2,3}

¹Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

²Magister Teknobiomedik Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

³Rumah Sakit Haji Surabaya, Indonesia

*E-mail: suryanidyah@fst.unair.ac.id

ABSTRAK

PENDAHULUAN Magnetic Resonance Imaging merupakan salah satu peralatan diagnostik tumor otak. Teknik pencitraan MRI relatif kompleks karena citra yang dihasilkan tergantung pada banyak parameter. Bila pemilihan parameternya tepat, kualitas gambaran detail tubuh manusia akan tampak jelas, sehingga anatomi dan patologi jaringan tubuh dapat dievaluasi secara teliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi nilai Flip Angle (FA) yang akan diperoleh citra yang berkualitas dan mengetahui variasi nilai FA yang optimal pada citra MRI tumor otak potongan *axial sequence T2 Turbo Spin Echo*.

BAHAN DAN METODE Penelitian menggunakan Pesawat MRI Siemens Esensa 1,5 Tesla untuk diagnostik tumor otak. Metode optimasi citra dengan memvariasi nilai FA 140°, 150°, 160°, 170° dan 180° pada pemeriksaan MRI tumor otak potongan *axial sequence T2 Turbo Spin Echo*. Dari hasil citra yang diperoleh dilakukan perhitungan nilai *signal to noise ratio* (SNR) dengan menggunakan metode *Region of Interest* (ROI) yang difokuskan pada jaringan *cerebro spinal fluid*, *grey matter* dan *white matter* untuk mendapatkan nilai mean dan pada latar belakang citra untuk *signal noise*.

HASIL Dari penelitian didapatkan hasil, semakin besar nilai FA maka SNR yang didapatkan semakin menurun. Dari hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa variasi nilai *Flip angle* berpengaruh signifikan terhadap nilai SNR *Cerebro Spinal Fluid* (nilai sig < 0,003) dan *white matter* (nilai sig < 0,001) dari hasil citra MRI tumor otak potongan *axial sequence T2 Turbo Spin Echo*.

KESIMPULAN Nilai FA yang menghasilkan kualitas citra MRI tumor otak yang optimal pada potongan *axial sequence T2 Turbo Spin Echo* adalah FA 140°. Jadi pemilihan FA potongan *axial sequence T2 Turbo Spin Echo* yang tepat dapat meningkatkan kualitas citra MRI tumor otak.

Kata kunci: *flip angle*, SNR, *sequence T2 turbo spin echo*, MRI tumor otak

Analisis kualitas citra tumor otak dengan variasi *flip angle* (FA) menggunakan *sequence T2 turbo spin echo axial* pada *magnetic resonance imaging* (MRI)

S. D. Astuti^{1*}, A. Muzammil², dan N. Aisyiyah¹

¹Departemen fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

²Magister Teknik Biomedis Sekolah Pascasarjana, Universitas Airlangga

*E-mail: soeroso.amin@ujj.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai "Analisis Kualitas Citra Tumor Otak dengan Variasi *Flip Angle* (FA) menggunakan *Sequence T2 Turbo Spin Echo Axial* pada *Magnetic Resonance Imaging* (MRI)". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi nilai FA yang akan diperoleh citra yang berkualitas dan mengetahui variasi nilai FA yang optimal pada citra MRI tumor otak potongan axial *sequence T2 Turbo Spin Echo*. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Haji Surabaya dengan Pesawat MRI Siemens Esensa 1,5 Tesla, dengan cara mengubah nilai FA 140°, 150°, 160°, 170° dan 180° pada pemeriksaan MRI tumor otak potongan axial *sequence T2 Turbo Spin Echo*. Dari hasil citra yang diperoleh dilakukan perhitungan nilai *signal to noise ratio* (SNR) dengan menggunakan metode *Region of Interest* (ROI) yang difokuskan pada jaringan *cerebro spinal fluid*, *grey matter* dan *white matter* untuk mendapatkan nilai mean dan pada latar belakang citra (*background*) untuk signal noise. Dari penelitian didapatkan hasil, semakin besar nilai FA maka SNR yang didapatkan semakin menurun. Dari hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa variasi nilai *Flip angle* berpengaruh signifikan terhadap nilai SNR *Cerebro Spinal Fluid* (nilai sig < 0,003) dan *white matter* (nilai sig < 0,001) dari hasil citra MRI tumor otak potongan axial *sequence T2 Turbo Spin Echo*. Untuk mendapatkan nilai *Flip Angle* yang optimal pada citra MRI tumor otak potongan axial *sequence T2 Turbo Spin Echo*, sebaiknya menggunakan F 140°.

Kata kunci: FA, SNR, *sequence T2 turbo spin echo*, pemeriksaan MRI tumor otak

ABSTRACT

A research has been done about Analysis of Brain Tumor Image Quality with Variation of *Flip Angle* (FA) using the *sequence T2 Turbo Spin Echo Axial* in *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). This research aims to know the influence of the variation FA value will be retrieved image quality and the variation optimal FA value of image MRI of brain tumor piece of the axial *sequence T2 Turbo Spin Echo*. The study was performed in Haji Hospital at Surabaya with MRI Siemens Esensa 1,5 Tesla with change the FA value 140°, 150°, 160°, 170° and 180° of the MRI examination of the brain tumor piece axial *sequence T2 turbo spin echo*. From Results the acquired image is done the calculation of value of the signal to noise ratio (SNR). Using of *Region of Interest* (ROI) that is focused on a network of *cerebro spinal fluid*, *grey matter* and *white matter* to get the mean value and on the image (*background*) to signal noise. The results obtained from research, the greater of FA value then SNR obtained is increasingly on the decline. From the results of test ANOVA showed that the variation of FA value of the flip angle 0,003 and *white matter* (the value of sig < 0,001 from the results of on MRI image of Brain Tumor piece axial *sequence T2 Turbo Spin Echo*. To get the optimal value of flip angle on the image MRI of Brain Tumor pieces axial *sequence T2 Turbo Spin Echo*, preferably using FA 140°.

Keywords: FA, SNR, *sequence T2 turbo spin echo*, MRI examination of brain tumor

7

PENDAHULUAN

Otak merupakan organ penting bagi kehidupan manusia yang terletak di dalam rongga kranium. Sebagai bagian dari organ tubuh manusia, otak dapat mengalami gangguan yang dapat diakibatkan karena berbagai penyebab diantaranya tumor. Tumor otak dalam pengertian umum berarti benjolan, dalam istilah radiologisnya disebut lesi desak ruang/ *Space Occupying Lesion* (SOL)¹. Untuk melakukan pengobatan terhadap tumor otak, maka terlebih dahulu dilakukan diagnosa untuk mengetahui lokasi tumor. Perkembangan ilmu biomedis telah mendorong banyak penelitian dilakukan untuk menghasilkan alat bantu diagnosa berbasis komputer. Salah satunya yaitu pendeteksian tumor otak dengan menggunakan citra hasil MRI. Pemeriksaan MRI bertujuan mengetahui karakteristik morfologik (lokasi, ukuran, bentuk, perluasan dan lain-lain)^{2,3}. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) merupakan salah satu cara pemeriksaan diagnostik dalam ilmu

kedokteran, khususnya radiologi, yang menghasilkan gambaran potongan tubuh manusia dengan menggunakan medan magnet tanpa menggunakan sinar-X. Alat tersebut memiliki kemampuan membuat gambaran potongan *coronal*, *sagital*, *axial* dan *oblique* tanpa banyak memanipulasi tubuh pasien⁴. Teknik pencitraan MRI relatif kompleks karena citra yang dihasilkan tergantung pada banyak parameter. Bila pemilihan parameternya tepat, kualitas gambaran detail tubuh manusia akan tampak jelas, sehingga anatomi dan patologi jaringan tubuh dapat dievaluasi secara teliti⁵. Menurut penelitian yang dilakukan sebelumnya, kualitas citra dapat ditentukan dari 2 faktor yaitu *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR)⁶. Nilai SNR dan CNR saling berhubungan, CNR diperoleh dari selisih SNR. SNR adalah perbandingan besarnya amplitudo signal dan besarnya amplitudo noise gambar MRI⁶. Nilai SNR dipengaruhi oleh beberapa parameter, salah satunya adalah *Flip Angle* (FA).

4

Flip angle (FA) atau sudut balik akan mempengaruhi kekontrasan citra, dimana besar kecilnya dapat diperoleh, FA adalah sudut yang ditempuh dalam *netmagnetisasi vektor* (NMV) pada waktu relaksasi. Besar sudut *flip angle* yang ditempuh berbanding lurus dengan pulsa *sequence* dan amplitudo gelombang RF yang ditransmisikan. Pulsa *sequence* dibagi menjadi dua, yaitu *spin echo* dan *turbo spin echo*. Keunggulan dari *turbo spin echo* adalah dapat melakukan *scanning* dengan waktu yang lebih cepat dari *spin echo*, sehingga TSE banyak digunakan untuk gambar pembobotan T2⁷⁻⁹. Pembobotan T2 yaitu Pembobotan yang menggunakan parameter *Time Repetition* (TR) yang lama dan *Time Echo* (TE) yang lama. Hasil yang didapat dalam pembobotan ini adalah bila jaringan yang mempunyai waktu relaksasi logitudinal yang lama maka pembobotan T1 akan terang, tetapi untuk jaringan yang mempunyai T1 yang cepat maka pada pembobotan T2 kelihatan gelap. Sedangkan untuk pembobotan T1 menggunakan parameter TR yang cepat dan TE yang cepat maka pembobotan T2 akan kelihatan gelap atau *hyperintens* tetapi untuk jaringan yang mempunyai TR yang lama dan TE yang lama maka pembobotan T1 akan kelihatan terang atau *hypointens*^{10,11}.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan analisis kualitas citra brain variasi *Flip Angle* (FA) dengan menggunakan *Squence Spin Echo* pada *Magnetic Resonance Imaging* (MRI)¹². Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa FA 160° menghasilkan citra dengan kualitas yang optimal. Merujuk pada penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas citra tumor otak dengan variasi *Flip Angle* (FA) menggunakan *Sequence T2 Turbo Spin Echo Axial* pada *Magnetic Resonance Imaging* (MRI)".

20

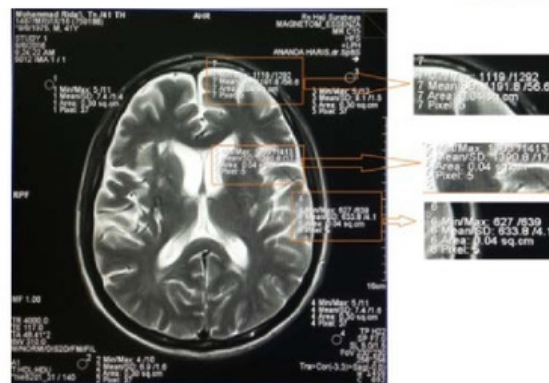
BAHAN DAN METODE

Bahan yang akan di analisis dalam penelitian ini adalah hasil pencitraan MRI pada pasien penderita tumor otak dengan variasi *Flip Angle* (FA) 140°, 150°, 160°, 170° dan 180° menggunakan *sequence T2 Turbo Spin Echo Axial* (TSE) sehingga dapat diketahui citra yang optimal dengan variabel terkontrol yaitu orientasi *slice axial* dengan ketebalan sebesar 5mm sehingga jumlah *slice* menjadi 19 irisan, luas FOV 230 x 230 mm, *Time Repetition* (TR) 4000 ms dan *Time Echo* (TE) 117 ms. Citra MRI ini diambil dengan pesawat MRI Magnetom Siemens Essenza dengan medan magnet sebesar 1,5 Tesla di unit Radiologi RSU Haji Surabaya.

Jalan dari penelitian ini adalah persiapan pasien dan alat bahan, melakukan prosedur pemindaian citra T2 *Fast Spin Echo* (FSE) perpotongan Axial, TE, TR, dan variasi *Flip Angle*, *scanning*, pengambilan citra, penentuan ROI pada beberapa jaringan, analisis SNR dan CNR. *Scanning* diawali dengan protokol, kemudian memvariasi *Flip Angle* dengan menganggap parameter yang lain konstan. Penentuan *region of interest* (ROI) dengan dilakukan secara langsung pada komputer pesawat MRI. Dengan metode ROI langsung citra komputer MRI ditentukan nilai sinyal pada jaringan CSF, *Gray matter White Matter*, dan diluar jaringan atau derau (*noise*)^{13,14}.

Untuk melakukan ROI pada daerah CSF, GM dan WM adalah sekecil mungkin di area dengan intensitas yang homogen. Sedangkan ROI pada daerah *background* adalah daerah di luar kepala seluas mungkin, dengan menghindari daerah artefak bila ada. Dalam penelitian ini didapatkan luas area pada jaringan CSF, GM dan WM sama yaitu 0,04 cm², sedangkan pada *background* luas area 0,30 cm². Gambar 1 menunjukkan proses ROI citra MRI. Dari hasil ROI tersebut dapat dihitung nilai SNR menggunakan persamaan sebagai berikut⁷.

$$SNR = \frac{\bar{S}(\text{signal})}{N(\text{noise})} \quad (1)$$



Gambar 1. Proses ROI citra MRI

Dimana \bar{S} adalah Rata-rata *signal* beberapa jaringan hasil ROI dan N adalah *Noise background image* hasil dari ROI. Selanjutnya dilakukan pengukuran CNR dengan mengukur selisih nilai SNR antara organ atau jaringan yang saling berdekatan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut⁷.

$$CNR_{12} = SNR_1 - SNR_2 \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

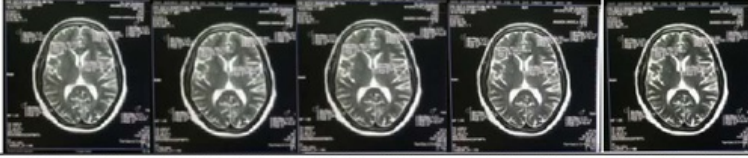
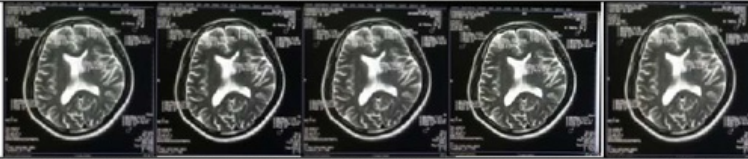
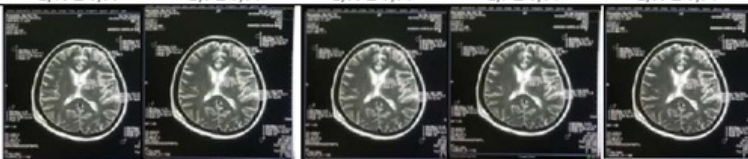
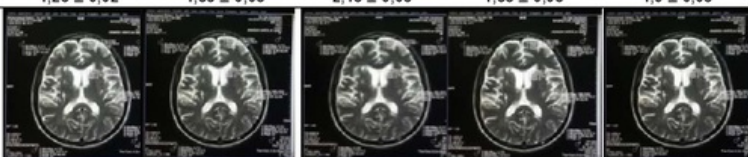
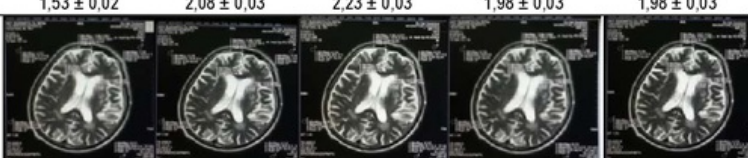
Pertama dilakukan pengukuran *region of interest* (ROI) secara langsung pada komputer pesawat MRI. Dengan metode ROI langsung, citra komputer MRI ditentukan nilai sinyal pada jaringan CSF, *Gray matter*, *White Matter*, dan diluar jaringan atau derau (*noise*). Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran ROI.

Dari data tersebut dilakukan analisis secara kuantitatif pada satu citra dari setiap nilai FA dengan cara menghitung nilai SNR dan CNR. Nilai SNR dan CNR merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan oleh operator ketika mencari keseimbangan gambar.

Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan hal yang paling menjadi perhatian pada kualitas citra *Magnetic Resonance Imaging*. Sehingga perlu dilakukan perhitungan nilai SNR dengan cara membandingkan antara sinyal yang ada di daerah CSF, GM dan WM dengan standar deviasi pada daerah *noise* yang berada di *background*. Jika sinyal yang sebenarnya relatif lebih kuat daripada *noise* maka nilai SNR akan meningkat dan dapat menghasilkan kualitas citra yang lebih baik^{13,14}. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai SNR yang dihasilkan pada daerah CSF, GM dan WM memiliki *trend* semakin menurun pada setiap kenaikan FA seperti terlihat pada grafik Gambar 2.

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa pada daerah CSF dan WM memiliki nilai SNR yang tinggi, karena pada daerah CSF dan WM mengandung banyak air. Dimana nilai SNR yang dihasilkan pada daerah CSF dan WM memiliki grafik menurun pada setiap kenaikan FA 140° sampai 180° seperti terlihat pada Gambar 2. Penurunan nilai SNR dikarenakan pada TSE mengalami berkali-kali *refocusing* dalam satu TR, sehingga sinyal yang dihasilkan adalah sinyal rata-rata¹⁶. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai CNR untuk masing-masing citra MRI. CNR adalah perbedaan SNR antara organ yang saling berdekatan. CNR yang baik dapat menunjukkan perbedaan antara daerah patologis dan daerah normal. Perhitungan CNR dapat dihitung dari pengurangan antara SNR CSF dengan SNR *gray matter*, SNR CSF dengan SNR *white matter* dan SNR *gray matter* dengan SNR *white matter*. Hasil perhitungan CNR dapat dilihat pada Tabel 2. Grafik nilai CNR ditunjukkan pada Gambar 3.

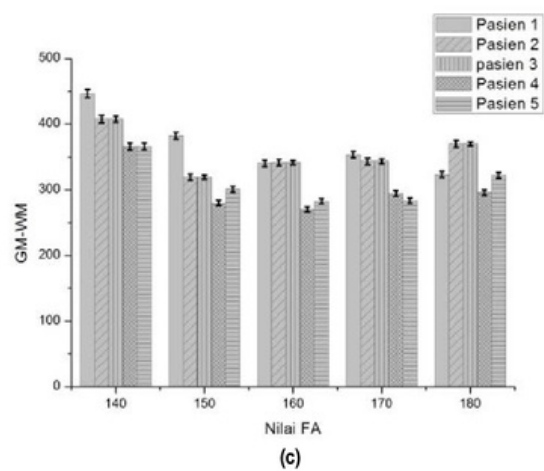
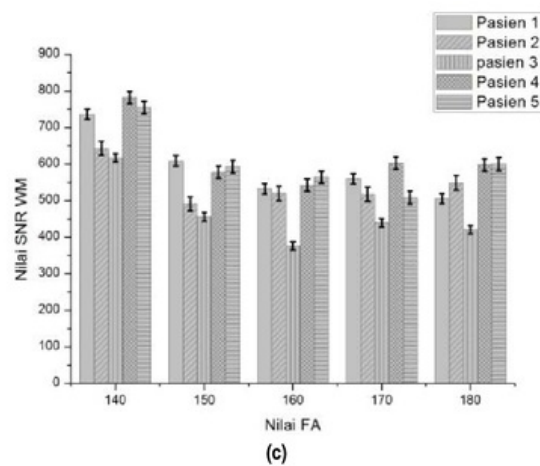
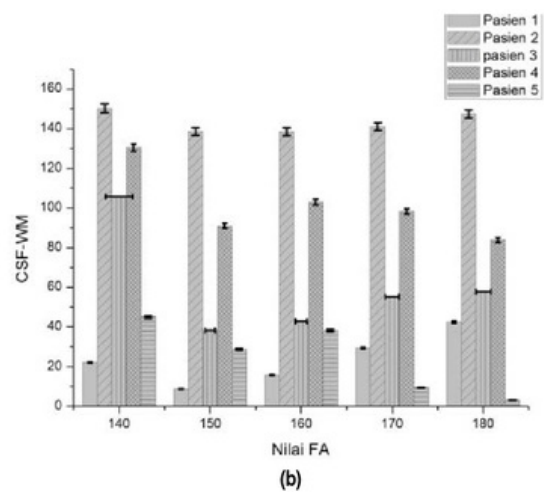
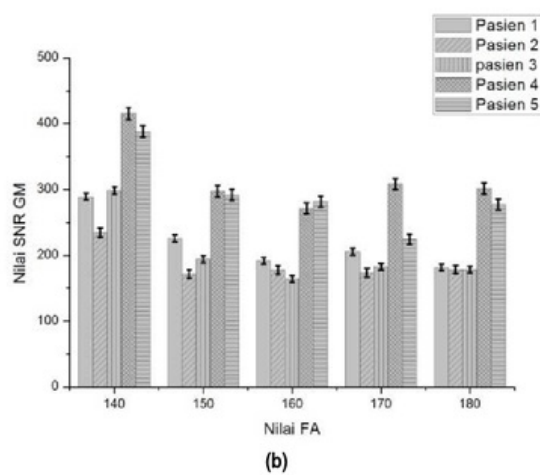
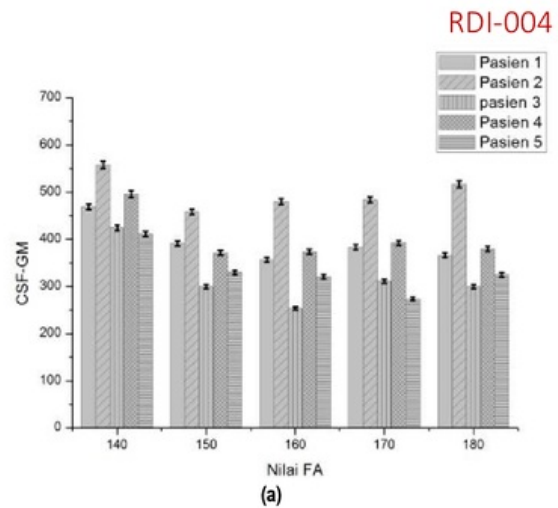
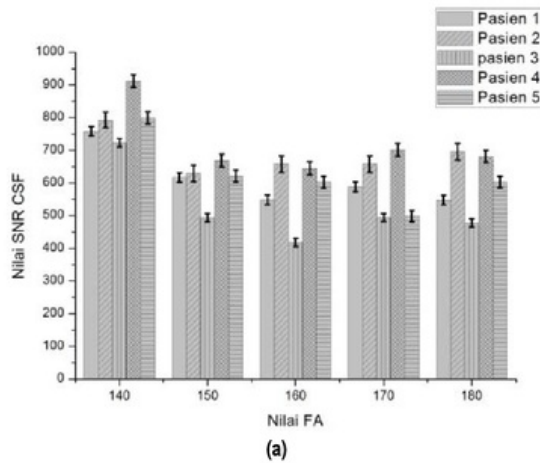
Tabel 1. Hasil pengukuran ROI

		Nilai FA				
		140°	150°	160°	170°	180°
P1	CITRA					
	CSF	1042 ± 14,59	1049,2 ± 14,69	1068,2 ± 14,95	1059,4 ± 14,83	1053,8 ± 14,75
	GM	397,8 ± 5,57	384,4 ± 5,38	373,6 ± 5,23	370 ± 5,18	349,6 ± 4,89
	WM	1011,4 ± 14,16	1034,2 ± 14,48	1037,2 ± 14,52	1006,4 ± 14,09	971,8 ± 13,61
	BG	1,38 ± 0,02	1,7 ± 0,02	1,95 ± 0,03	1,8 ± 0,03	1,93 ± 0,03
P2	CITRA					
	CSF	1704,4 ± 23,86	1763,2 ± 24,68	1759,6 ± 24,63	1776,4 ± 24,87	1774,4 ± 24,84
	GM	504,8 ± 7,07	481,4 ± 6,74	475,6 ± 6,66	468,8 ± 6,56	455,2 ± 6,37
	WM	1381,4 ± 19,34	1375,2 ± 19,25	1389,2 ± 19,45	1395,8 ± 19,54	1398,4 ± 19,58
	BG	2,15 ± 0,03	2,8 ± 0,04	2,68 ± 0,04	2,7 ± 0,04	2,55 ± 0,04
P3	CITRA					
	CSF	903,2 ± 12,64	913,6 ± 12,79	909,6 ± 12,73	902 ± 12,63	907,6 ± 12,71
	GM	373,4 ± 5,23	359,2 ± 5,03	358 ± 5,01	334 ± 4,68	338,8 ± 4,74
	WM	771 ± 10,79	842,6 ± 11,80	816,2 ± 11,43	801,2 ± 11,22	797,6 ± 11,17
	BG	1,25 ± 0,02	1,85 ± 0,03	2,18 ± 0,03	1,83 ± 0,03	1,9 ± 0,03
P4	CITRA					
	CSF	1390,8 ± 19,47	1387 ± 19,42	1434,2 ± 20,08	1384,4 ± 19,38	1345,2 ± 18,83
	GM	633,8 ± 8,87	617,2 ± 8,64	603,6 ± 8,45	609,4 ± 8,53	595,6 ± 8,34
	WM	1191,8 ± 16,69	1198 ± 16,77	1205 ± 16,87	1190,4 ± 16,67	1179,6 ± 16,51
	BG	1,53 ± 0,02	2,08 ± 0,03	2,23 ± 0,03	1,98 ± 0,03	1,98 ± 0,03
P5	CITRA					
	CSF	1299,2 ± 18,19	1305,2 ± 18,27	1295,2 ± 18,13	1258,6 ± 17,62	1281 ± 17,93
	GM	630,8 ± 8,83	612,8 ± 8,58	605,8 ± 8,48	567,2 ± 7,94	589,8 ± 8,26
	WM	1226 ± 17,16	1244,8 ± 17,43	1213 ± 16,98	1282,4 ± 17,95	1274,4 ± 17,84
	BG	1,63 ± 0,02	2,10 ± 0,03	2,15 ± 0,03	2,53 ± 0,04	2,13 ± 0,03

Keterangan:

FA : Flip Angle
 CSF : Cerebro Spinal Fluid
 GM : Grey Matter
 WM : White Matter
 BG : Background

P1 : Pasien 1
 P2 : Pasien 2
 P3 : Pasien 3
 P4 : Pasien 4
 P5 : Pasien 5



Gambar . Grafik perubahan FA terhadap nilai SNR pada semua pasien. (a) perubahan CSF; (b) perubahan GM; (c) perubahan WM

Gambar 3. Grafik nilai CNR pada semua pasien. (a) nilai CNR CSF-GM terhadap FA; (b) nilai CNR CSF-WM terhadap FA; (c) nilai CNR GM-WM terhadap FA

Tabel 2 Hasil pengukuran CNR pada pasien

Pasien	Nilai FA	Nilai CNR		
		CSF - GM	CSF - WM	GM - WM
1	140°	468,51 ± 6,56	22,25 ± 0,31	446,25 ± 6,25
	150°	391,06 ± 5,47	8,82 ± 0,12	382,24 ± 5,35
	160°	356,21 ± 4,99	15,9 ± 0,22	340,31 ± 4,76
	170°	383 ± 5,36	29,44 ± 0,41	353,56 ± 4,95
	180°	365,82 ± 5,12	42,6 ± 0,60	323,22 ± 4,53
2	140°	557,95 ± 7,81	150,23 ± 2,10	407,72 ± 5,71
	150°	457,79 ± 6,41	138,57 ± 1,94	319,21 ± 4,47
	160°	480 ± 6,72	138,47 ± 1,94	341,53 ± 4,78
	170°	484,3 ± 6,78	140,96 ± 1,97	343,33 ± 4,81
	180°	517,33 ± 7,24	147,45 ± 2,06	318,08 ± 5,18
3	140°	423,84 ± 5,93	105,76 ± 1,48	318,08 ± 4,45
	150°	299,58 ± 4,20	38,38 ± 0,54	261,3 ± 3,66
	160°	253,61 ± 3,55	42,94 ± 0,60	210,67 ± 2,95
	170°	311,23 ± 4,36	55,23 ± 0,77	256 ± 3,58
	180°	299,37 ± 4,19	57,89 ± 0,81	241,47 ± 3,38
4	140°	496,39 ± 6,95	130,49 ± 1,83	365,9 ± 5,12
	150°	370,99 ± 5,19	91,08 ± 1,28	279,9 ± 3,92
	160°	373,33 ± 5,23	103,01 ± 1,44	270,29 ± 3,78
	170°	392,41 ± 5,49	98,23 ± 1,38	294,18 ± 4,12
	180°	379,54 ± 5,31	83,85 ± 1,17	295,7 ± 4,14
5	140°	411,32 ± 5,76	45,05 ± 0,63	366,28 ± 5,13
	150°	329,71 ± 4,62	28,76 ± 0,40	300,95 ± 4,21
	160°	320,65 ± 4,49	38,23 ± 0,54	282,42 ± 3,95
	170°	273,82 ± 3,83	9,43 ± 0,13	283,25 ± 3,97
	180°	325,27 ± 4,55	3,11 ± 0,04	322,16 ± 4,51

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai CNR pada CSF-grey matter, CSF-white matter dan grey matter white matter nilai flip angle 140° sangat tinggi pada semua jaringan.

Setelah mendapatkan nilai SNR dan CNR dapat ditentukan citra yang optimal. Citra dapat dikatakan optimal jika memiliki nilai SNR dan CNR yang tinggi serta nilai flip angle yang kecil^{11,13}. Nilai SNR yang tinggi ditandai dengan nilai sinyal yang lebih tinggi dari noise, sehingga terlihat kontras antar jaringan. Kontras antar jaringan di tunjukkan oleh nilai CNR, ketika nilai CNR tinggi akan menunjukkan citra yang optimal. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa nilai optimal flip angle untuk mendapatkan nilai SNR yang tinggi adalah 140°.

24

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai Flip angle (FA) 140°, 150°, 160°, 170° dan 180° berpengaruh signifikan terhadap kualitas citra pada daerah CSF dan WM lebih hypointens karena mengandung lebih banyak air.
2. Kualitas citra yang optimal diperoleh pada Flip Angle 140° dengan nilai SNR dan CNR yang lebih tinggi.

REFERENSI

23

1. Harsono. 1999. Tumor otak dalam Buku Ajar Neurologi Klinis edisi I. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. hlm 201- 240
2. Dance, D.R, S Christofides, A.D.A Maidment, I.D Mclean, and K.H Ng. 2014. "Diagnostic Radiology Physics." Diagnostic Radiology Physics A Handbook for Teachers and Students. 209–35.
3. Westbrook, Catherine. 2014. Handbook MRI Technique Fourth Edition. This edition first published 2014 © 2014 by John Wiley & Sons, Ltd.
4. Woodward, Peggy ang William, W. Arrison, 1997, MRI Optimization, a hand on approach, McGraw-Hill, Co. USA
5. Hashemi, H. Ray and Bradley, G. William, 1997, MRI : The Basic, Williams & Wilkins, USA
6. Kuperman, Vadim. 2000. Magnetic Resonance Imaging, Physical Principles and Applications. USA: Academic Press.
7. Blink, Evert J. 2004. Basic MRI : Physics. Application Specialist. English. Netherlands Hal: 21-22.
8. Bontrager, Kenneth L. 2001. Textbook Radiographic Positioning and Related Anatomy. Mosby A Harcourt Science Company, St. Louis London Philadelphia Sydne. Toronto.
9. Bushberg, Jerrold T. 2002. The Essential Physics of Medical Imaging. Second Edition. New York Lippincott Williams and wilkins. Philadelphia. USA
10. Bushong, Stewart C, 1996, MRI Physical and Biomeological Principles, Mosby-Yearbook, Inc. USA.
11. Hou, ping. (2015).Phase Sensitive T1 inversion Recovery Imaging : A Time Effecient interleaved Technique for Improved Tissue contrast in Neuroimaging. AJNR am J Neuroradiol 26:1432-143
12. Cook LJ and Freedman J. 2012. Brain Tumors, Understanding Brain Diseases and Disorders. New York: The Rosen Publishing Group. Pp. 9–10.
13. Fatimah dkk. 2015. Optimisasi Field Of View (FOV) Terhadap Kualitas Citra Pada T2WI FSE Mri Lumbal Sagital. Semarang: Berkala Fisika IlmeD, Vol. 1, NO. 1, Undip
14. Ketonen L., S.Totterman, J.H.Simon, T.H.Foster, D.K.Kido, J.Szumowski, and S.E.Joy. 2003. "A Comparison of Default and Reduced Bandwidth MR Imaging of the Spine at 1.5 T" 5 (1): 3–20
15. Matt A. Bernstein, Kevin F. King, and Xiaohong Joe Zhou. 2004. "Chapter 14 - Basic Pulse Sequences." Handbook of MRI Pulse Sequences, 579–647. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-012092861-3/50021-2.
16. Port, J D, and M G Pomper. 2000. "Quantification and Minimization of Magnetic Susceptibility Artifacts on GRE Images." Journal of Computer Assisted Tomography 24 (6): 958–64. doi:00004728-200011000-00024 [pii].

Analisis kualitas citra tumor otak dengan variasi flip angle (FA) menggunakan sequence T2 turbo spin echo axial pada magnetic resonance imaging (MRI)

ORIGINALITY REPORT

21%

SIMILARITY INDEX

20%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.usu.ac.id

Internet Source

2%

2

www.scribd.com

Internet Source

2%

3

ejnteti.jteti.ugm.ac.id

Internet Source

1%

4

www.pit-fmb2017.com

Internet Source

1%

5

ejournal-s1.undip.ac.id

Internet Source

1%

6

jurnal.unimed.ac.id

Internet Source

1%

7

pande-krisna.blogspot.com

Internet Source

1%

8

www.ajnr.org

Internet Source

1%

9

riantopetrosum.blogspot.com

Internet Source

1%

10	repository.unhas.ac.id Internet Source	1 %
11	www.jmpb.org Internet Source	1 %
12	Marco L.H. Gruwel, Peter Latta, Anna Wojna-Pelczar, Stefan Wolfsberger, Boguslaw Tomanek. "MR Imaging of tissue near aneurysm clips using short- and zero time MR sequences", Measurement, 2018 Publication	1 %
13	digilib.unila.ac.id Internet Source	1 %
14	ejournal.undip.ac.id Internet Source	1 %
15	myradiology19.blogspot.com Internet Source	1 %
16	blogbabe.blogspot.com Internet Source	1 %
17	Brian A. Hargreaves, Shreyas S. Vasanawala, John M. Pauly, Dwight G. Nishimura. "Characterization and reduction of the transient response in steady-state MR imaging", Magnetic Resonance in Medicine, 2001 Publication	1 %
18	Alexandre Stolz, Karen Kinkel. "Comment rédiger un rapport d'IRM du pelvis féminin",	1 %

Imagerie de la Femme, 2014

Publication

19	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %
20	vdocuments.site Internet Source	<1 %
21	tripuspitasari24radiologi.blogspot.com Internet Source	<1 %
22	pustaka.poltekkes-pdg.ac.id Internet Source	<1 %
23	keperawatansarahsahera.blogspot.com Internet Source	<1 %
24	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
25	discovery.dundee.ac.uk Internet Source	<1 %
26	www.med-edu.ru Internet Source	<1 %
27	tel.archives-ouvertes.fr Internet Source	<1 %
28	hrcak.srce.hr Internet Source	<1 %
29	Francisco Hora, Lara Maris Nápolis, Carla Daltro, Sérgio Keidi Kodaira et al. "Clinical, Anthropometric and Upper Airway Anatomic Characteristics of Obese Patients with	<1 %

Obstructive Sleep Apnea Syndrome", Respiration, 2007

Publication

30

jnnp.bmj.com
Internet Source

<1 %

31

rac.uir.ac.id
Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off
Exclude bibliography On

Exclude matches Off

Analisis kualitas citra tumor otak dengan variasi flip angle (FA) menggunakan sequence T2 turbo spin echo axial pada magnetic resonance imaging (MRI)

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8